

depending on the way of the basic cultivation and fertilization provided the sowing of sugar sorghum. The least productive were single-crop sowing of Sudan grass and its compatible sowing with soya which provided from the: 26,6 – 56,2 t of green weight, 8,06 – 16,10 t of dry substance, 5,91 – 12,16 t of crop units, 0,53 – 1,11t of digestible protein and 6,82 – 14,05 GJ of exchange energy. Naturally, the highest productivity of crops among studied variants of fertilization was received for making N₆₀P₆₀K₆₀: green weight – 39,0 – 83,8 t/ha, dry substance – 11,82 – 26,52 t/ha, crop units -8,67 – 20,39 t/ha, digestible protein -0,77 – 1,35 t/ha, exchange energy – 10,00 – 23,21GJ/ha. The compatible sowing of crops with soya provided the growth of green weight yield on 5,1 – 13,7 t/ha, the output of dry substance – on 1,08 – 2,89 t/ha, crop units – on 1,02 – 2,68 t/ha, digestible protein – on 0,09 – 0,25 t/ha, exchange energy – of 1,12 – 2,75 GJ/ha comparatively with single-crop sowings.

Keywords: corn, Sudan grass, sugar sorghum, soya, fertilization, soil cultivation, productivity.

УДК 631.46:631.5:633.63

ФУНКЦІОНАЛЬНЕ РІЗНОМАНІТТЯ МІКРОБІОТИ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО ПРИ ВИРОЩУВАННІ БУРЯКА ЦУКРОВОГО

Ю.П. Москалевська, аспірант,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

М.В. Патика, доктор сільськогосподарських наук

Національний Науковий Центр «Інститут землеробства НААН»

Проведено порівняльний аналіз чисельності та різноманіття мікроорганізмів основних фізіологічних груп в чорноземі типовому в основні фази онтогенезу буряка цукрового за різних систем землеробства та способів основного обробітку ґрунту. Показано структуру різних таксономічних груп, якісний склад та визначено екологічні індекси.

Ключові слова: мікроорганізми, цукровий буряк, чорнозем типовий, системи землеробства, обробіток ґрунту.

Ґрунт є головним резервуаром і природнім середовищем існування мікроорганізмів, які характеризуються широким видовим і функціональним різноманіттям [1]. Чисельність, структурна організація і функціональні особливості мікробіоти є основним генофондом при формуванні ґрунтового покриву, його структури і родючості [2]. За останніми науковими даними вчених-мікробіологів встановлено, що кількість мікроорганізмів в ґрунті може досягати кількох мільярдів в 1 г ґрунту, а загальна біомаса – до 10 т/га.

Життєдіяльність мікробіоти в ґрунті, її кількісний та якісний склад, співвідношення фізіологічних груп мікроорганізмів визначаються як ґрунтовими умовами (типом ґрунту, наявністю поживних речовин, вологістю, аерацією, реакцією середовища, температурою і т.д.), так біотичними і абіотичними чинниками [3 – 5]. Значний вплив на формування мікробних ценозів мають антропогенні чинники (види і норми добрив, способи обробітку ґрунту, беззмінне вирощування сільськогосподарських культур та застосування сівозміни, використання регуляторів росту рослин, застосування пестицидів) [6].

Відомо, що кількісний та якісний склад ґрунтової мікробіоти, як чутливий індикатор стану агроєкосистеми, відображає ступінь антропогенного навантаження, тому використовується як діагностичний показник при оцінці екологічного стану ґрунту, що дає можливість виявити певні зміни екосистеми ще на ранніх стадіях [4, 6 – 8]. При цьому потрібно враховувати велику роль мікроорганізмів, яка має високу чутливість до змін навколишнього середовища, а також адаптаційну стійкість і поліфункціональність [7, 8]. Тому, дослідження кількісного та якісного складу мікробних угруповань антропогенно модифікованих агроєкосистем є необхідним завданням для розуміння механізмів взаємодії компонентів ґрунтової мікробіоти, характеру впливу на біологічні процеси ґрунту чинників навколишнього середовища, ґрунтових властивостей, агротехнічних заходів, систем удобрення та управління ґрунтовими процесами.

Мета досліджень – вивчити особливості формування структури та біорізноманіття мікробного комплексу чорнозему типового при вирощуванні буряка цукрового за різних систем землеробства та способів основного обробітку в основні фази онтогенезу культури.

Методика досліджень. Дослідження мікробіоти чорнозему типового проводили на базі стаціонарного польового дослідження кафедри землеробства та гербології ВП НУБіП «Агрономічна дослідна станція» України в зоні Лісостепу в зерно-буряковій 10-пільній сівозміні. Відбір ґрунтових зразків проводили з верхнього орного кореневмісного горизонту (0–20 см) в фази сходів буряка цукрового та змикання листків у міжрядді.

Схема дослідження передбачала вивчення трьох систем землеробства (СЗ) на фоні двох способів основного обробітку ґрунту (ОГ), всього шість варіантів дослідження:

1) промислова СЗ – (контроль) – (внесення на 1 га сівозмінної площі 300 кг NPK мінеральних добрив, 12 т гною, інтенсивне застосування хімічних засобів захисту рослин) + поверхневий ОГ (обробіток ґрунту дисковими знаряддями на глибину 8–10 см під усі культури сівозміни); 2) промислова СЗ + диференційований ОГ – (проведення за ротацію сівозміни шість разів різноглибинної оранки, два рази поверхневого обробітку під пшеницю озиму після гороху і кукурудзи на силос та 1 раз – плоскорізного обробітку під ячмінь); 3) екологічна СЗ (внесення 150 кг NPK мінеральних добрив, 24 т органічних добрив (12 т гною, 6 т нетоварної частини врожаю, 6 т маси пожнивних сидератів), застосування хімічних і біологічних препаратів захисту рослин за критерієм еколого-економічного порогу наявності шкідливих організмів + поверхневий ОГ; 4) екологічна СЗ + диференційований ОГ; 5) біологічна СЗ (внесення лише органіки – 24 т органічних добрив, застосування біологічних засобів захисту рослин) + поверхневий ОГ; 6) біологічна СЗ + диференційований ОГ [9].

Чисельність мікроорганізмів основних фізіологічних і таксономічних груп визначали методом висіву ґрунтової суспензії на тверді поживні середовища [3]. Якісний склад мікробного комплексу вивчався на основі представленості морфолого-культуральних типів [10]. Для оцінки екологічного стану мікрорганізмів у ґрунті визначали екологічні індекси Шеннона, Сімпсона і Бергера-Паркера [11]. Статистичну обробку результатів досліджень проводили у Ms Excel.

Результати досліджень. Дослідженнями мікробіоти чорнозему типового встановлено значні зміни у формуванні чисельності основних фізіологічних груп мікроорганізмів, пов'язаних зі змінами поживного режиму ґрунту та його властивостями, що обумовлені застосуванням систем землеробства та способів основного обробітку ґрунту (табл. 1).

1. Чисельність основних фізіологічних груп мікроорганізмів чорнозему типового в онтогенезі буряка цукрового

Фізіологічні групи мікроорганізмів		Варіант досліду					
		1	2	3	4	5	6
		Пов. ОГ	Диф. ОГ	Пов. ОГ	Диф. ОГ	Пов. ОГ	Диф. ОГ
		Промислова СЗ		Екологічна СЗ		Біологічна СЗ	
		млн. КУО/1 г. а.с.г.					
Фаза сходів	Амоніфікувальні	4,31±0,32	10,25±0,55	9,84±0,39	6,34±0,28	7,99±0,55	10,49±0,73
	Нітрифікувальні	6,34±0,28	9,68±0,85	13,86±0,85	9,03±0,27	11,62±1,09	11,59±1,37
	Оліготрофні	8,21±0,84	9,10±0,74	16,56±0,43	6,43±0,42	7,58±0,84	12,44±1,00
	Педотрофні	7,73±0,42	9,43±0,70	8,28±0,58	4,07±0,57	7,99±0,55	8,95±0,57
	Олігонітрофільні	5,73±0,59	7,95±0,32	12,30±0,84	4,80±0,57	6,78±0,54	11,63±1,42
	Фосфоріmobілізівні	8,78±0,83	10,09±0,84	6,40±0,56	7,65±0,42	10,89±0,55	11,35±0,42
	Стрептоміцети	0,81±0,16	0,82±0,16	1,64±0,43	1,30±0,16	0,89±0,16	0,73±0,00
	Спороутворювальні	2,28±0,42	0,98±0,28	1,89±0,32	1,55±0,16	1,86±0,42	2,52±0,42
	Целюлозоруйнівні*	43,5±3,07	55,76±3,76	65,60±2,56	57,34±3,45	76,23±4,19	81,33±5,77
	Мікроміцети*	17,08±2,76	24,19±1,61	38,13±2,78	28,06±2,76	27,83±1,40	31,31±2,11
Фаза змикання листків у міжрядді	Амоніфікувальні	18,76±1,55	19,33±1,83	13,69±1,49	14,97±1,33	22,37±1,58	15,23±0,67
	Нітрифікувальні	16,47±2,24	15,83±1,22	10,94±1,67	21,17±1,47	28,91±1,61	21,51±0,41
	Оліготрофні	5,95±1,10	7,08±1,03	7,27±1,08	6,05±0,46	23,07±2,12	4,71±0,53
	Педотрофні	21,2±1,72	18,95±0,65	14,91±2,08	18,61±1,86	28,79±2,10	14,68±0,81
	Олігонітрофільні	8,62±0,83	13,32±1,72	8,57±1,17	17,30±0,55	26,16±2,00	7,77±0,46
	Фосфоріmobілізівні	12,66±1,87	16,21±1,95	14,07±0,83	18,61±1,50	32,28±1,51	15,93±0,56
	Стрептоміцети	1,60±0,26	0,68±0,26	0,99±0,15	0,39±0,15	0,00	1,88±0,27
	Спороутворювальні	5,80±0,54	5,33±0,15	4,59±0,52	3,26±0,26	5,81±0,26	3,22±0,41
	Целюлозоруйнівні*	40,79±5,23	51,74±3,95	61,18±2,70	54,68±3,72	73,14±4,55	78,50±4,07
	Мікроміцети*	16,01±2,59	22,45±2,69	35,56±3,43	26,76±3,48	26,70±1,31	30,22±3,35

* – тис. КУО/1 г. а.с.г.

У фазу сходів культури чисельність мікроорганізмів значної частини основних фізіологічних груп збільшувалась при застосуванні біологічної та екологічної СЗ, порівняно із промисловою. Так, кількість оліготрофної мікробіоти зросла на 15,6 та 32,8% (при застосуванні біологічної та екологічної СЗ порівняно з промисловою СЗ), амоніфікувальної – на 26,9 та 11,1%, нітрифікуювальної – 44,9 та 42,9%, олігонітрофільної – 34,5 та 24,9%, спороутворювальної – на 34,2 та 5,2%, целюлозоруйнвної – на 58,7 та 23,8%, мікроміцетів – на 43,3 та 60,4% відповідно. Чисельність фосфоріmobілізівних мікроорганізмів на 17,9% зростала за біологічної, на 80,1% за екологічної СЗ в порівнянні з промисловою СЗ. Це вказує на те, що за рахунок використання органічної речовини (гній, пожнивні залишки, сидерати) створюються сприятливі умови для оптимального функціонування мікробного ценозу ґрунту, обумовлені застосуванням біологічної та екологічної СЗ. Чисельність педотрофної мікробіоти, навпаки, підвищувалась в умовах застосування промислової СЗ, що пов'язано з їх трофічною специфічністю та відсутністю міжвидової конкуренції.

На кількісний склад мікробного комплексу ґрунту значний вплив також мав спосіб обробітку. Так, на початку вегетації буряка цукрового спостерігалось збільшення чисельності значної частини фізіологічних груп мікроорганізмів на 1,8 – 19,2% за поверхневого ОГ, порівняно з диференційованим ОГ (крім амоніфікувальних, фосфоріомобілізівних, та целюлозоруйнівних мікроорганізмів, кількість яких зменшувалась на 4,7 – 18,3%), що свідчить про підвищення інтенсивності процесів мінералізації азотовмісних сполук. На чисельність мікроміцетів обробіток ґрунту впливу не мав.

У фазу змикання листків у міжрядді чисельність амоніфікувальних, нітрифікуювальних (крім варіанту екологічна СЗ + поверхневий ОГ), олігонітрофільних (крім екологічна СЗ + поверхневий ОГ та біологічна СЗ + диференційований ОГ), фосфоріомобілізівних, педотрофних, спороутворювальних мікроорганізмів зростає в 1,28 – 5,41 рази. Чисельність мікроміцетів, целюлозоруйнівних мікроорганізмів, навпаки, знизилась на 3,5 – 7,2%, оліготрофів (крім біологічна СЗ + поверхневий ОГ) та стрептоміцетів (крім промислового СЗ + поверхневий ОГ) – на 22,2 – 70,2%. Це пояснюється тим, що в період активної вегетації рослин активізується ґрунтова мікробіота (в т.ч. і під впливом ексудатів рослин), процеси трансформації органічної речовини.

Загалом, найвища біогенність ґрунту в шарі 0 – 20 см упродовж вегетації культури була виявлена за біологічної СЗ. Так, сумарна чисельність мікробіоти за даної системи в фазу сходів культури була на 20,4% більшою, ніж за екологічної СЗ і 40,2%, ніж за промислової СЗ, в фазу змикання листків у міжрядді – на 43,5 та 51,6% відповідно. Застосування диференційованого ОГ сприяло зростанню біогенності ґрунту на початку вегетації буряка цукрового на 2,2%, в період активної вегетації – на 18,0%. Тобто, при використанні даних агрозаходів збільшується вміст легкодоступних органічних сполук, які можуть бути джерелом енергії для мікробіоти ґрунту.

Аналіз якісного складу ґрунтової бактеріальної та грибнової мікробіоти з використанням різних систем землеробства та способів основного обробітку ґрунту показав суттєву різницю як за чисельністю виявлених морфотипів, так і за структурою розподілу домінуючих форм мікроорганізмів (рис. 1 і 2).

Так, у фазу сходів більше різноманіття морфотипів сформувалось при використанні біологічної і екологічної СЗ, кількість бактерій за яких була більша на 27,5 і 24,5% порівняно з промисловою СЗ, мікроміцетів – на 61,8 і 50,0% відповідно. В фазу змикання листків у міжрядді відбувається перерозподіл структури мікробного ценозу: загальна кількість морфотипів бактерій за біологічної СЗ залишається найбільшою (зростає на 36,9% порівняно з початком вегетації), а різноманіття мікроміцетів збіднюється (на 66,7% відповідно). При цьому, на початку і в середині вегетації культури, загальне число морфотипів бактерій було більшим на 43,2 і 14,0% при застосуванні поверхневого ОГ, порівняно з диференційованим, тоді як кількість мікроміцетів знижувалась на 29,3 і 8,7% відповідно. Найбільшу частку мікробіоти займали морфотипи, які «часто трапляються» (50,0 – 94,4% в фазу сходів та 6,7 – 84,0% в фазу змикання листків у міжрядді), частка «інших» морфотипів у фазу активної вегетації культури становила 17,6 – 56,5% (крім варіанту дослідження екологічна СЗ + поверхневий ОГ та в фазу сходів, за яких вони знаходились за межами детекції).

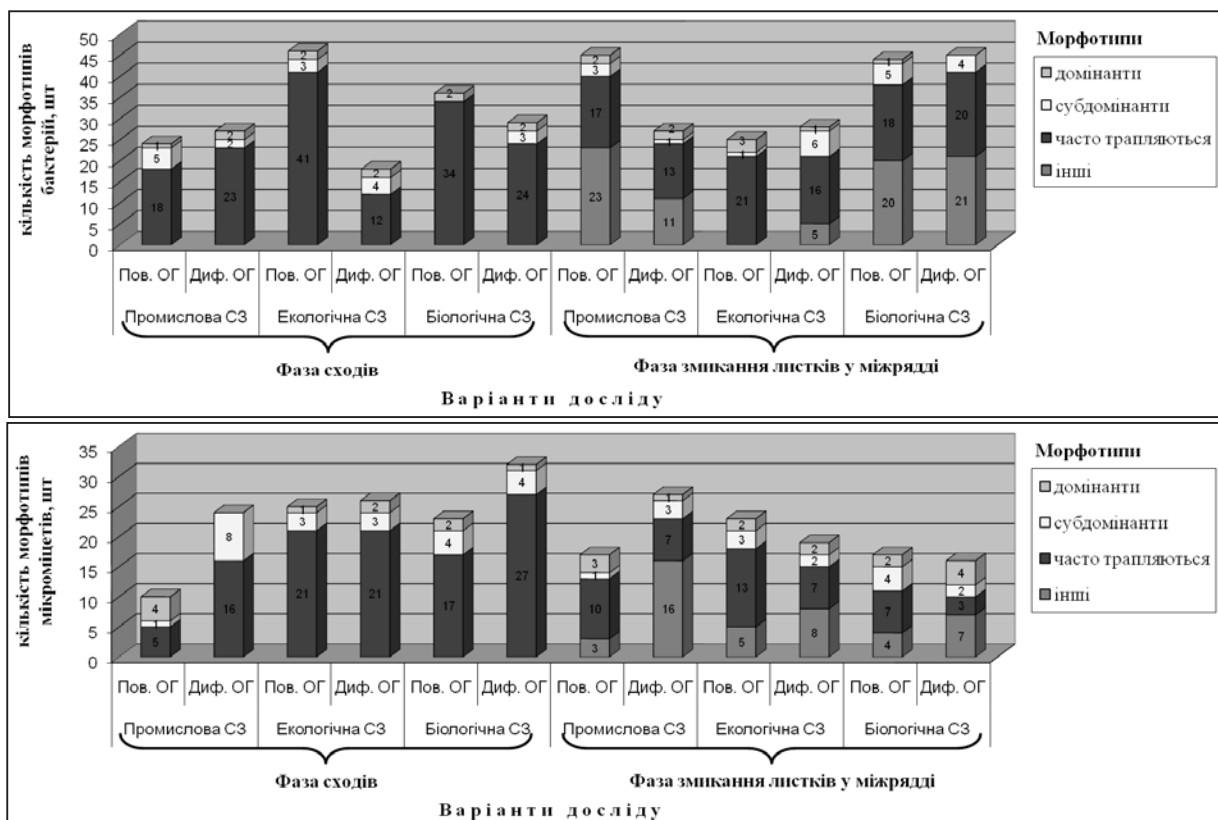


Рис. 1. Якісний склад мікробного комплексу чорнозему типового

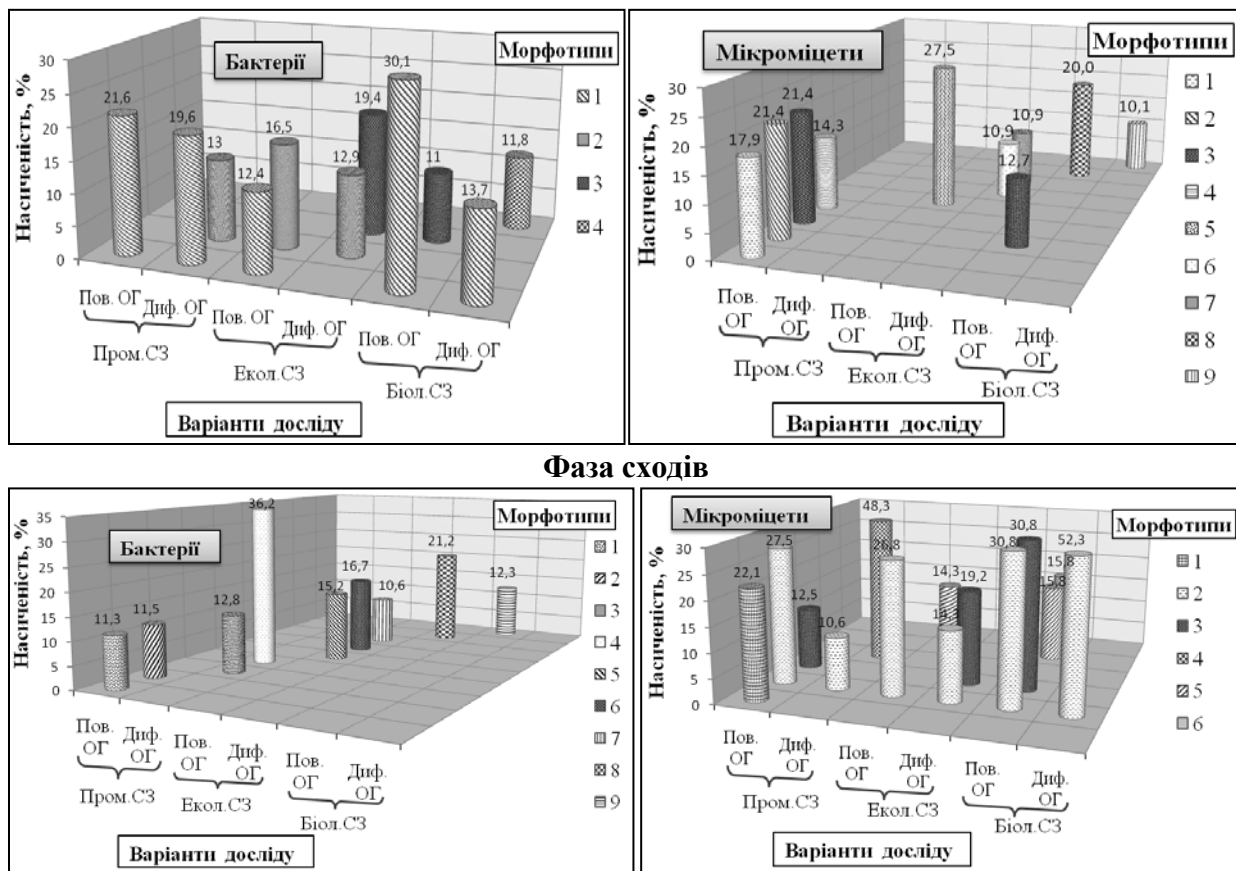


Рис. 2. Розподіл домінуючих морфотипів грибної та бактеріальної мікрофлори чорнозему типового за різних агрозаходів

Для оцінки мікробного комплексу був проведений аналіз домінуючих морфотипів. Саме список домінантів є одним із репрезентативних показників таксономічної структури мікробних комплексів, тісно пов'язаних з сформованим типом агроєкосистеми [6]. В фазу сходів рослин було виявлено чотири домінуючі форми бактерій, дев'ять – мікроміцетів. У фазу змикання листків у міжрядді відбувається перерозподіл структури домінантів за рахунок збільшення кількості бактерій до дев'яти шт. і зменшення мікроміцетів до шести шт., що вказує на збіднення бактеріального різноманіття за рахунок збільшення рівня домінування та збагачення грибного різноманіття в період активної вегетації культури. Найбільша чисельність домінантів мікроміцетів на початку вегетації культури (чотирьох шт.) виявлена у варіанті досліду промислового СЗ + поверхневий ОГ, що свідчить про формування однорідного мікробного комплексу чорнозему типового з високим ступенем домінування грибної мікробіоти. Розподіл бактеріальних морфотипів був рівномірний (по дві шт.), за винятком варіанту промислового СЗ + поверхневий ОГ (одна шт.). В період активної вегетації культури найбільше мікроміцетів виявлено на фоні поверхневого ОГ. Варто зазначити, що домінуюче положення в усіх варіантах досліду займав у фазу сходів морфотип № 1 бактеріальної мікробіоти (крім екологічного СЗ + поверхневий ОГ), а в фазу змикання листків у міжрядді – морфотип № 2 грибної мікробіоти (рис. 2).

За величиною індексу Шеннона встановлено, що в ґрунті упродовж вегетації створилися сприятливі умови для функціонування мікробіоти за біологічного СЗ, про що свідчать найвищі показники біорізноманіття мікробіоти (на 1,1 – 20,5% більше, ніж за екологічного та промислового СЗ) (рис. 3).

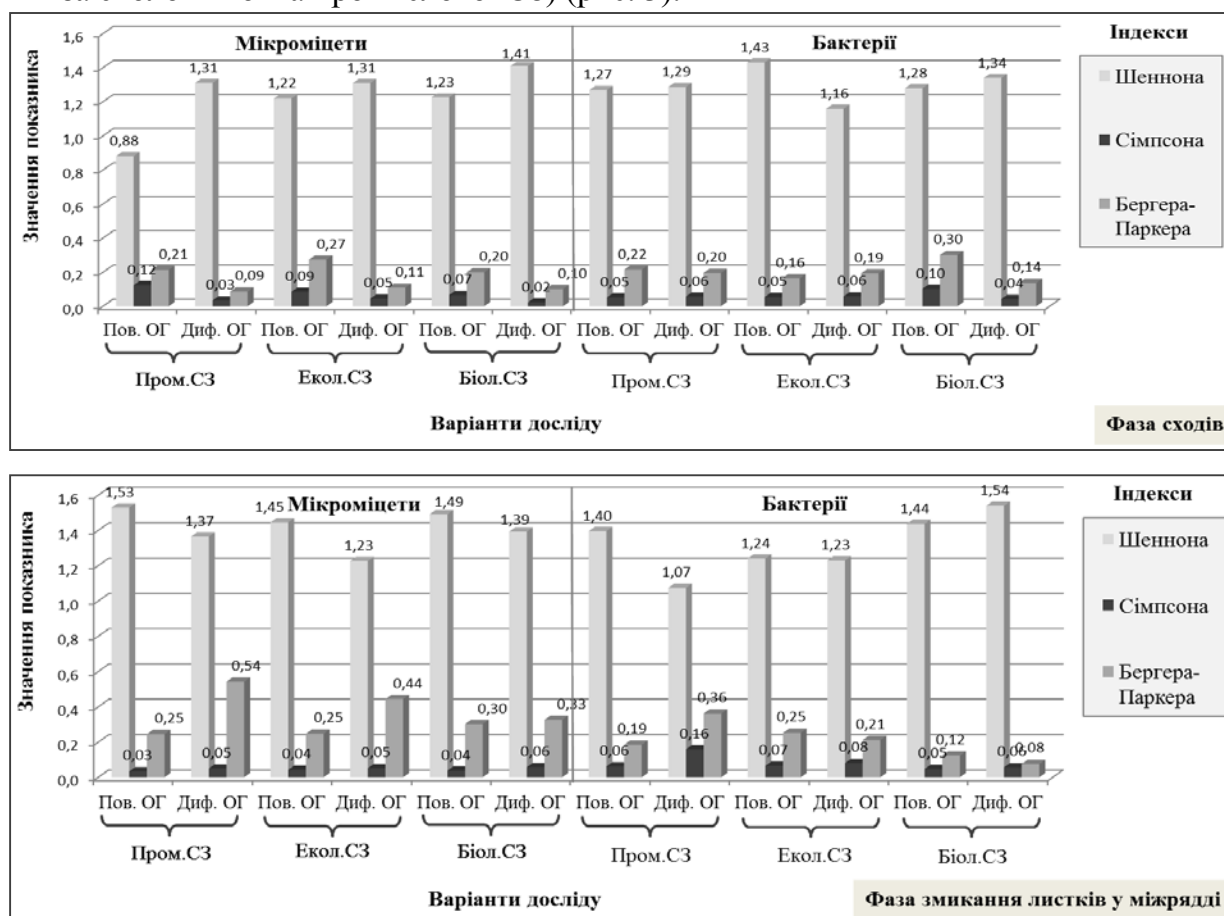


Рис. 3. Екологічні характеристики чорнозему типового при вирощуванні буряка цукрового

Застосування поверхневого ОГ, за рахунок локалізації органічних залишків і добрив у шарі ґрунту, також сприяє зростанню біорізноманіття мікробіоти на 5,2 – 6,0%, порівняно з диференційованим ОГ. Проте, в фазу сходів культури за даного ОГ різноманіття мікроміцетів, у зв'язку з особливостями їх метаболізму, знижується на 21,2%.

Збільшення величини індексу Сімпсона для мікроміцетів у фазу сходів (0,12) при застосуванні промислової СЗ на фоні поверхневого ОГ та бактерій у фазу змикання листків у міжрядді (0,16) за промислової СЗ на фоні диференційованого ОГ вказує на зниження біорізноманіття в ґрунті. Варто зазначити, що між показниками індексів Сімпсона та Шеннона існувала чітко виражена обернена залежність, що свідчить про сформовані системи мікробних ценозів.

Найбільший індекс домінування Бергера-Паркера виявлений за промислової СЗ, при цьому за способами ОГ на початку вегетації біорізноманіття було нижчим за поверхневого ОГ, а в період активної вегетації культури – за диференційовано ОГ. Між індексом Бергера-Паркера та індексами Сімпсона ($r = + 0,55 - 0,93$) і Шеннона ($r = - 0,59 - 0,97$) існує тісний кореляційний зв'язок, що підтверджує попередньо отримані дані. Тобто, найбільше різноманіття бактеріальної і грибною мікробіоти з найменшим ступенем домінування одного виду виявлене за біологічної СЗ.

Висновки. Таким чином, чисельність, співвідношення різних фізіологічних груп ґрунтових мікроорганізмів, якісний склад та структура залежить від кількості, виду внесених добрив (органічних, мінеральних) та обробітку ґрунту. Внесення значної кількості мінеральних добрив призводить до якісних і кількісних змін мікробного комплексу чорнозему типового, що супроводжується спрощенням трофічних зв'язків та зниженням біорізноманіття. Застосування біологічної СЗ сприяє компенсації основних біогенних елементів органічної природи завдяки надходженню органічних добрив, що обумовлює активізацію мікробіологічної діяльності ґрунту за рахунок збільшення чисельності і біорізноманіття мікробіоти, розширення трофічних зв'язків мікробного ценозу та, в кінцевому результаті, формування гомеостатичних мікробних біомів ґрунтових екосистем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Патыка Н.В. Прокариотические микроорганизмы почвы: структура и функциональное разнообразие /Н.В. Патыка, Ю.В. Круглов, Е.В. Шейн // Тезисы докладов XIII Съезда общества микробиологов Украины им. С.Н. Виноградского. — Одесса, 2013. — С. 46
1. Патыка Н.В. Агробиология микроорганизмов: разнообразие, структурная организация и функциональные особенности /Н.В. Патыка, В.Ф. Патыка //Тези доповідей міжнародної наукової конференції Мікробіологія та імунологія – перспективи розвитку в ХХІ столітті. — Київ, 2014. — С. 77 – 78
2. Методы почвенной микробиологии и биохимии: Учеб. Пособие /Под ред. Д.Г. Звягинцева. — М.: Изд-во МГУ, 1991. — 304 с.
3. Тонха О.Л. Мікробний ценоз і органічна речовина чорноземів українського степового природнього заповідника (відділення «Михайлівська цілина») за різного їх використання /О.Л. Тонха //Вісник ХНАУ. Ґрунтознавство. — 2011. — № 1. — С. 101 – 106

4. Казакова Н.А. Функциональное биоразнообразие почвенных микроорганизмов /Н.А. Казакова //Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. — 2009. — № 1 (8). — С. 27 – 28.
5. Патыка Н.В. Агроэкологическая оценка дерново-подзолистых почв при возделывании льна-долгунца /Н.В. Патыка, Ю.В. Круглов, А.В. Захарченко [и др.] //Вісник аграрної науки. — 2008. — № 7. — С. 46 – 50.
6. Никитина З.И. Микробиологический мониторинг наземных экосистем. Новосибирск: Наука, 1991. — 219 с.
7. Сорокин Н.Д. Микробиологический мониторинг нарушенных наземных экосистем Сибири /Н.Д. Сорокин //Известия РАН. Сер.биол. — 2009. — №6. — С. 728 – 733.
8. Танчик С.П. Екологічна система землеробства в Лісостепу України. Методичні рекомендації для впровадження у виробництво /С.П. Танчик, О.А. Демідов, Ю.П. Манько. — К.: НУБІП України, 2011. — 39 с.
9. Лабутова Н.М. Методы изучения почвообитающих микроорганизмов /Н.М. Лабутова. — СПбГУ, 2008. — С. 13 – 16.
10. Одум Ю. Основы экологии / Ю. Одум и др.; под. Ред. Н.П. Наумова. — М.: Мир, 1975. — 733 с.

Одержано 31.03.2014

Аннотация

Ю.П. Москалевская, Н.В. Патыка

Функциональное разнообразие микробиоты чернозема типичного при выращивании сахарной свеклы

Микробиота – индикатор состояния экосистемы, изменения количественного и качественного состава которого указывает на степень воздействия биотических, абиотических и антропогенных факторов на состояние почвенной экосистемы в целом. Установлено, что при внесении значительного количества минеральных удобрений уменьшается численность, биоразнообразие, изменяется качественный состав и соотношение различных физиологических групп микроорганизмов. За счет внесения органических удобрений происходит оптимизация микробиологической деятельности почвы и формируются устойчивые гомеостатические системы микробных ценозов.

Ключевые слова: *микроорганизмы, сахарная свекла, чернозем типичный, системы земледелия, обработка почвы.*

Annotation

Yu.P. Moskalevska, M.V. Patyka

Functional diversity of microbiota in typical chernozem at the cultivatin of sugar beet

Soil microbiota is the indicator of ecosystem condition. The changes of quantitative and qualitative structure of microbiota are indicated on the degree of influence of biotic, abiotic and anthropogenic factors on the soil ecosystem as a whole. It is established that the application of significant amount of mineral fertilizers are caused the decrease of quantity, diversity and the change of the quality of composition and proportions of various physiological groups of microorganisms. The microbiological activity of the soil is optimized and the stable homeostatic systems of microbial cenosis are formed due to application of organic fertilizers.

Keywords: *microorganisms, sugar beets, typical chernozem, agrarian systems, soil tillage.*